

1. まえがき

地震で軸方向に被害を受けた橋梁に、地盤条件の変化点で軸方向に軟弱地盤と良好地盤に跨って作られた状態、即ち異種支持地盤状態になっている橋梁が多くみられた。その事例をいくつか示すとともに被害機構等を推定する。

2. 被害橋梁と地盤状態

図1の昭和大橋¹⁾は砂丘と河成層に跨って作られ、桁落下は河成層の砂質土のみからなり比較的固い右側部分とその中に軟弱な粘土や腐植土層を挟む比較的軟らかい左側部分の後者側で生じた。右側橋台と比べて左側橋台が河心側に大きく移動するとともにその裏の盛土が大きく沈下し、その盛土の移動方向(河成層底面の緩く傾く方向)に杭が変形した。なお、水深最大の部分が左側の砂丘近くに寄っている。図2の姉沼高架橋¹⁾の地盤の腐植土層底面は左端から右側にかけて緩い勾配で深くなり、中間付近から右端にかけて急な勾配で浅くなる。杭の右側への変形から、図1と同様にその底面の緩傾斜方向に地盤が移動したことが推定される。なお、現在の川は高架橋7ブロックNo.24、25間を流れ、図1と同様に地盤の良い方に寄って流れる。図3の桜沢川橋梁²⁾の左側は山に続き軟弱層が左側から右側にかけて厚くなる。橋台裏盛土は薄い軟弱層上の橋台1Aよりも厚い軟弱層上の2A裏で大きく発生した(それぞれ20cmと75cm)。しかも、2Aは左側に押されるとともに2A上のバ'パ'ットやシェ、2Pと1P上の架違い部に破壊等が発生した。ここでも川が山沿いを流れる。図4のサフランシオ・オグランド'バ'イブリ'ジ' ²⁾の橋梁は左側の地盤の良い部分と右側の悪い部分に跨って作られ、軟弱'バ'イマ'ットの厚さの変化点付近の橋脚上で桁が崩落した。ここの水深の最も深い部分が左側の地盤の良い岩盤近くにある。図5の利別川橋梁¹⁾も左側の地盤の悪い部分と右側の地盤の良い部分に跨って作られ、軟弱粘性土層(C、GC、SfC)厚さの変化点付近の橋脚上でシェが転倒した。ここの川は右側の良い地盤の近くを流れる。図6の直別川橋梁³⁾では橋台1Aに亀裂や右側への傾斜が発生した。橋梁下の地表面を見ると左側から右側にかけて低くなり、杭は右側橋台2Aよりも左側橋台1Aの方で長く、地盤は左側の方が悪いと考えられる。ここの川筋も地盤が良いと考えられる右側を流れている。図7の下頃辺川橋梁⁴⁾ではA部で橋脚の掛け違い部のコンクリートに亀裂や剥落が生じた。橋台1Aよりも2Aの方の堤防の高さが低いため、2Aの方の地盤が悪く被害も地盤の悪い方で生じたことが考えられる。図8の姫新得川橋梁⁴⁾では地盤面が橋台2Aの方より1Aの方が低く、地盤面の低い方にある橋脚に亀裂が発生した。川は地盤が良いと考えられる2Aの方の橋脚3P近くを流れる。

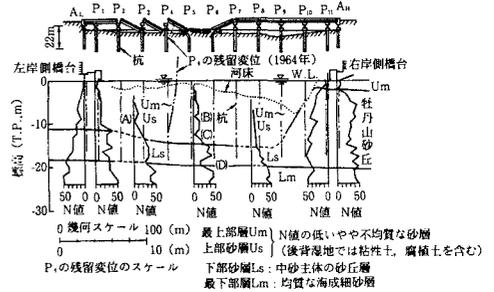


図1 昭和大橋(1964年新潟地震)¹⁾

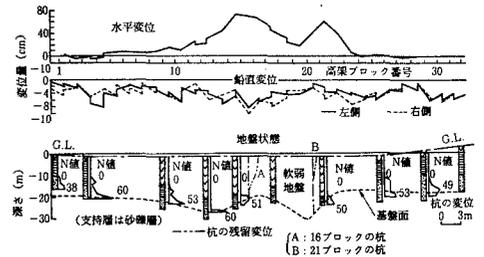


図2 姉沼高架橋(1968年十勝沖地震)¹⁾

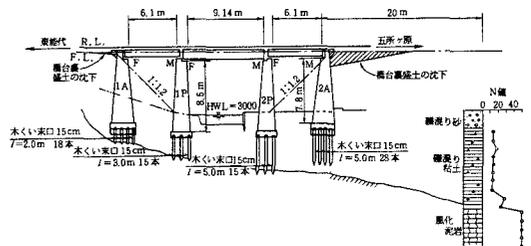


図3 桜沢川橋梁(1983年日本海中部地震)²⁾

この川筋も地盤が良いと考えられる右側を流れている。図7の下頃辺川橋梁⁴⁾ではA部で橋脚の掛け違い部のコンクリートに亀裂や剥落が生じた。橋台1Aよりも2Aの方の堤防の高さが低いため、2Aの方の地盤が悪く被害も地盤の悪い方で生じたことが考えられる。図8の姫新得川橋梁⁴⁾では地盤面が橋台2Aの方より1Aの方が低く、地盤面の低い方にある橋脚に亀裂が発生した。川は地盤が良いと考えられる2Aの方の橋脚3P近くを流れる。

キーワード: 橋梁、軸方向地震被害、異種支持地盤、被害機構、不同地盤変位、軸方向伸縮

連絡 先: 〒371-0816 前橋市上佐鳥町 460-1 Tel. & Fax. 027-265-7342

以上に述べた橋梁の外にも同様地盤で軸方向被害を受けた例が多く見られる。このような橋梁の軸方向変形と地盤の関係の模式図を図9にまとめる。右側の軟質層が薄く

左側の軟質層が左側から右側にかけて厚くなる。このような良い地盤と悪い地盤に跨る橋梁では、軸方向(図では左右方向)の地震動と残留変位の大きさと方向は地盤構造に対応して発生する。即ち、地盤変位は右側で小さく左側で大きく生じ(不同変位が生じ)、橋台裏の盛土荷重は偏載荷重として作用するので、左右盛土変位 D_R 、 D_L はともに橋梁側に生じるが、薄い軟質層上の D_R よりも厚い軟質層上の D_L が大きい。 D_L がその下の軟質層の緩傾斜底面の傾斜方向の右側に特に大きく生じるのに伴って、左側橋台 A_L が大きく右側に押されるとともにその裏の盛土が大きく沈下し、さらにその橋台 A_L に図に示すような斜め亀裂が生じることが多く、その上にそれに隣接する橋脚 P_1 にも右側への大きい地盤変位が作用して各種被害が生じることが考えられる。なお、阪神・淡路大震災で阪神高速道路の札幌付近の橋梁の落橋が硬軟地盤境界部で生じており、その被害機構は図10のように考えられる⁵⁾。また、上述したように川あるいは水深の最も深いところが地盤の良い方に寄っている例が多いが、これは図9に示すように軟質層の厚いところほど圧密沈下量が大きいためと考えられる。河道改修しても洪水のときに元の河道に戻ることがあるが、その一因としてこのことが考えられる。

3. あとがき

地震時の橋梁の軸方向の変形が異種支持地盤状態で発生した例が多いが、その変形は地盤構造(形状と土層構成)に対応して発生する地盤の残留変位(大きさと方向)に対応して生じていることが推定される。また、河道位置も地形と土質等に対応していることが推定される。

参考文献 1) 那須: 鉄道総研報告, 8-5, 35/40, 1994. 2) 那須: 鉄道総研報告, 5-11, 27/36, 1991. 3) 西村, 那須他: 鉄道総研報告, 8-5, 7/12, 1994. 4) JR北海道釧路沖地震被害調査資料, 1993. 5) 那須誠: 前橋工科大研究紀要, No.1, 1/8, 1998.

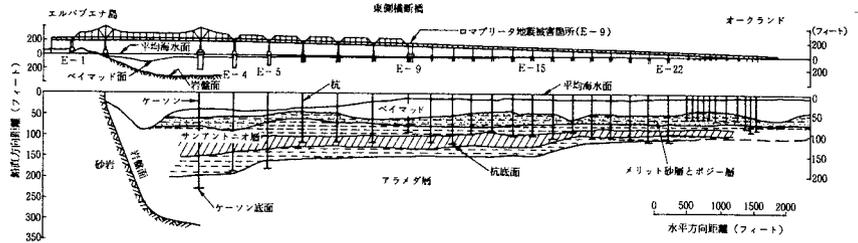


図4 サンフランシスコ・オークランドベイブリッジ(1989年ロムプリータ地震)²⁾

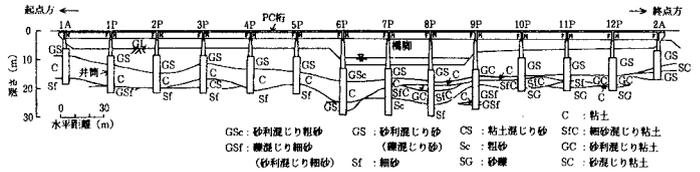


図5 利別川橋梁(1993年釧路沖地震)¹⁾

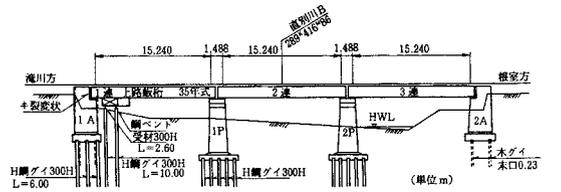


図6 直別川橋梁(1993年釧路沖地震, 復旧工法も含む)³⁾

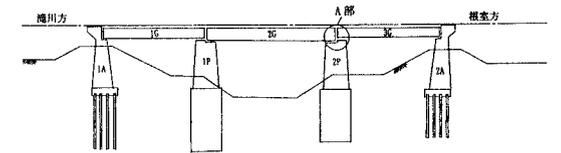


図7 下頃辺川橋梁(1993年釧路沖地震)⁴⁾

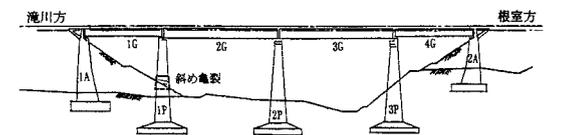


図8 姫新得川橋梁(1993年釧路沖地震)⁴⁾

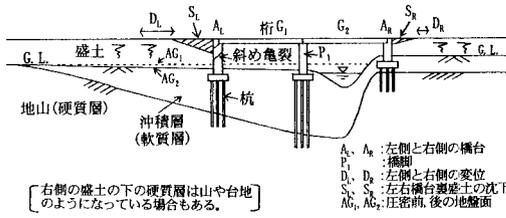


図9 橋梁の軸方向変形と地盤の関係の模式図

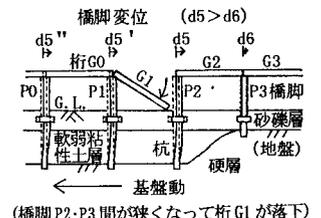


図10 落橋と地盤の関係⁵⁾